

**FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY****CLASS. 47 G 21/03****GERMAN PATENT OFFICE****INTERNAT. CLASS. F06k****PATENT SPECIFICATION****1 138 290****B43271 XII/47g****APPLICATION DATE: JANUARY 26, 1957**

APPLICATION  
DISCLOSURE  
AND ISSUE DATE FOR  
THE PATENT  
SPECIFICATION:

**OCTOBER 18, 1962**

---

A device with several stages to release high pressure and control a media flowing at a high pressure.

---

Applicant:

Badische Anilin- & Soda-Fabrik Aktiengesellschaft  
Ludwigshafen/Rhein

---

Georg Stoch and Dr.-Ing. Karl Fees, Ludwigshafen/Rhein, are named as inventors

---

In energy-producing plants and plants used by the chemical industry, progress is often based on the use and control of increasingly higher pressure stages. Accordingly, the quantity control for a medium flowing at a high pressure or to throttle a high-pressure medium and to reduce it to lower pressure stages in a controllable manner requires continuously improving measures and means to decrease the pressure energy with little vibration and noise and with the lowest-possible vortex.

The previously known throttle valves, piston slide valves and jet control valves fitted with several parallel-arranged jets are of little value for very high pressure gradients, since their single-stage and mostly over-critical pressure decrease generally triggers a strong vortex and free-flow vibrations that affect the long-term strength of the material and also create noises that often exceed the pain threshold for humans. Although single-stage jet control slide units with their almost linear throughflow that is divided into many individual flow paths do indeed and almost completely prevent a vortex formation, this is not sufficient in many cases. Accordingly, and for very high pressure gradients, non-adjustable multi-stage reduction units that divide the flow are used in the outflow nozzle.

In that regard and for an installation downstream of shutoff valves, it has also been proposed already to use pressure-reducing units consisting of many chambers that are arranged in series and increase in size in the direction of the pressure decrease. In that regard, the inlet pipe for the first chamber and the connecting pipes for the downstream chambers that gradually bring the medium to be pressure-relieved to increasingly lower pressure stages enter the downstream chamber in a tangential manner. In that regard, the transition sections that are located between individual pressure-reduction chambers and are not divided cannot be controlled.

A method is also known to control strong vortexes and vibrations by arranging additional throttle units upstream or downstream of a throttle section controlled with only a single stage. These throttle inserts, such as perforated cylinders, flow rectifiers, control crosses, perforated throttle disks arranged in series, labyrinth-like branching systems of a regular geometrical structure with certain ratios between the effectively controlled cross sections and the shortest distance to the downstream arranged branching system as well as randomly placed granules that may be arranged in a basket, can generally be designed only for one and often the maximum throughflow quantity. However, they are much less effective at a low throughflow and they are unable to decrease the flow velocity in the throttled jet section. Accordingly, and when the quantity is lower than the maximum throughflow, most of the required pressure reduction is again passed on to the single adjustable throttle section of the arrangement. Although at a lower energy level due to the partial load, this again leads to disadvantageous vibrations and noises as well as to increased wear in the throttle unit. Accordingly, the disadvantage of these known throttle units based on older proposals consists in the fact that all additional throttle units exhibit a fixed cross section that cannot be adjusted during operation.

Multi-stage fixed throttle units are generally designed to decrease the pressure of steam, gases or boiling liquids according to the increasing volume, with a free throttle cross section that increases from stage to stage and a pressure-relief chamber that increases in size. Pressure-relief valves with stages, a multiple throttling controlled with heat sensors and with intermediate vortex and pressure-relief chambers are known to remove condensate from steam units. However, the medium to be pressure-relieved flows through these stage jet valves in a closed flow and is controlled in a temperature-dependant manner. Although other known pressure-relief units using the jet principle divide the flow of the medium to be pressure-relieved into several partial flows by way of plates fitted with staggered holes and arranged in layers, they are not adjustable or controllable with respect to their jet cross sections or intermediate vortex chambers. As condensate removers, they are generally designed only to let the condensate pass and to stop the following steam flow as completely as possible.

In comparison with the known operating principle, i.e., the multiple dividing of the medium to be pressure-relieved into several partial flows and their recombination in relief chambers, the units in accordance with the invention avoid the above-mentioned disadvantages by the fact that the whole throughflow cross section of the partial flows can be adjusted simultaneously or independently in the individual stages, in which case a pressure-relieved medium can be removed or any medium can be added in each stage.

In each stage, such units are fitted with a fixed seat section containing the throttle openings, an associated and always movable closing section that opens or closes the free hole cross sections of the above seat section and with a pressure-relief room arranged downstream of these components.

In combination with a fluidically favorable design of the throttle openings, the low flow energy of the individual flows exhibiting a small cross section substantially reduces the dangers associated with noises and vibrations. The simultaneous arrangement of several throttle stages arranged in series gradually reduces a pressure gradient to be pressure-relieved generally to the below-critical level and this measure yields a substantial reduction in the vortex energy level downstream of each throttle stage. Due to the gradual adjusting of throttle throughflow cross sections arranged in parallel or in series, these advantages remain when throttling high pressures even for different throughflow quantities and for a partial load on the throttle unit.

As a function of the unit application and the required control effect, the throttle throughflow cross sections arranged in stages and in series can be adjusted individually or together in groups or simultaneously in all stages by switching or driving the control components in a corresponding

manner. A throttle unit in accordance with the invention can be designed as a slide unit or valve. When designed as a slide unit, the closing unit that opens and closes the throttle opening can be designed in a known manner as a parallel slide gate valve, rotary slide valve or piston slide valve. Furthermore, it is possible to make the throttle throughflow cross sections absolutely tight in all stages or only in the first stage or first stage group, while the remaining stages of the unit may be fitted with adjustable throttle throughflow sections that do not provide an absolutely tight seal.

As mentioned earlier, the closing sections that open and close the throttle throughflow cross sections of the individual stages can be operated as individual stages, jointly as stage groups or jointly as all stages. Jointly-operated closing sections can open or close the throttle throughflow cross section in several stages with the same proportional amount of the whole free-opening cross section or in each throttle stage arranged in sequence in the flow direction of the medium by another larger or smaller amount. The individual throttle throughflow cross section, through which the partial flows of the medium to be pressure-relieved will pass, can be designed in a commonly known manner as a double cone with initially small and subsequently larger openings or with jet-like limits - as seen in a longitudinal section - according to generally-known standard jet models. In a very general manner, units for this method can be designed such that a fixed seat section contains the individual throttle openings in each stage and that these openings are fully or partially opened by a closing unit arranged above it.

Further features will be explained here in more detail with the help of the drawings:

Figure 1a shows a longitudinal section through the unit.

Figure 1b shows a cross section through the same unit fitted with a drive for the closing unit.

To achieve a gradual pressure-relief or throttling of the medium entering at a high pressure in the direction of the arrow shown in Figure 1a, seating units "b" are arranged in cone-shaped housing "a" and attached to it in a pressure-sealed manner. To divide the flow of the medium to be pressure-relieved, each seat section "b" is fitted with a number of openings "x" at opposite quadrants, in which case they are shown with equal cross sections in Figure 1a; a jet-like design is preferred, however. Above each seat section "b" is arranged a round control slide as closing unit "c" that is fitted with sector-like penetrations in two opposite quadrants according to the surface area of the throttle openings per quadrant of each seat section "b". In this case and for all stages, the control slide valves are solidly connected with shaft "d" that is supported in central openings of seat unit "b". When shaft "d" is rotated, the non-penetrated quadrants of the control slide valves are moved across the quadrants of seat unit "b" containing throttle openings "x" and the whole free throughflow cross section is thus decreased or increased. Control slide valves of the type used here are generally known. To achieve the shaft rotation appropriately in a lower pressure stage, a spindle or rod "k", whose end is fitted with an eye, is inserted from the outside and through a gland into pressure-relief chamber "n" of this stage. Rod "k" is itself, and by way of a sliding block with guide pin "e", supported in guide slot "l" of the control slide valve connected to control slide valve that is solidly attached to shaft "d". With the help of several spindles or rods "k" and correspondingly divided shaft "d", it is possible to change the throttle throughflow cross sections of the throttle stages, i.e., even in groups. By way of the pressure exerted by the medium to be throttled in the direction of the arrow, the control slide valve of the first stage is pressed against associated seat unit "b" and ensures a tight seal for closed throttle openings "x".

The distribution of throttle openings "x" on two respective opposite quadrants is arranged such that they rest in a commonly known manner in adjacent throttle stages at the respective other quadrant pair. In that manner, the partial medium flow passing through the openings of one quadrant of seat unit "b" initially impacts the non-penetrated quadrant area of the control slide valve of the adjacent

stage, is then deflected and finds its way through the free throttle openings of this stage only after a reversal of direction in the respective pressure-relief chamber "n". This process repeats itself from stage to stage, in which case the free cross sections of the throttle openings as well as the volume of the pressure-relief or vortex chambers "n" increase in the sequential stages in a generally known manner.

When it is required to associate the throttling of a medium flow in the described unit with temperature effects or the composition of the medium that has been or will be pressure-relieved, a second warmer or colder medium can be introduced. The addition may be achieved, for example, through jet "f" of housing "a" fitted with a central hole or by way of a tubular jet. When the mixture of the two media has no or only a minor wear effect, it would be appropriate to add the second medium already at an intermediate stage to obtain a better mixing. Furthermore, and to better mix the two media, mixing basket "g" can be arranged downstream of the last stage. It consists of a pipe that exhibits a diameter that equals approximately that at the end of the unit and has fixed punched screen  $h_1$  and removable punched screen  $h_2$ . To increase turbulence and improve the mixing of the two media, resistor components "i" are placed between these two screens in a vibration-proof manner. As is basically known, they have a direction-changing and again a pressure-reducing effect. In an appropriate manner, mixing basket "g" is fitted with a flange arranged in a pressure-sealed manner between the connection flange of the unit and an opposite flange. Furthermore, nozzle "m" can be used to drain the pressure-relieved medium already from each throttle stage. The supply of an additional medium is generally known and has been proposed.

Figure 2 shows the unit designed as a valve. In cone-shaped valve housing "a" are arranged multi-component seat unit " $b_1$ " with throttle openings "x" and seat units  $b_2$ ,  $b_3$  and  $b_4$  of the downstream stages solidly connected to it in a removable or non-removable manner. Piston-like closing sections "c" that slide in seat units "b" are attached to joint spindle "d". By way of its sealed arrangement in seat unit  $b_1$ , closing section  $c_1$  prevents the throughflow of the medium through throttle openings "x". When spindle "d" is raised, all closing sections slide jointly and with equal stroke from seat section "b" that surrounds them and permit a medium throughflow through throttle openings "x" as a function of their position. In this case, the throttle openings are shaped like groove-like slots. Said groove-like slots, as well as the pressure-relief and vortex chambers "n" of each stage, increase in volume toward the low pressure side. It is appropriate to arrange the seal area in seat unit  $b_1$  in such a manner that it is located in the flow shadow of the passing medium. In a corresponding manner, the seal area of closing section  $c_1$  is placed in the flow shadow or is protected by a projecting edge against a direct medium impact, as is known for the protection of the seat. Figure 2 shows throttle openings "x" formed by groove-like slots arranged in closing sections "c". As shown on the right side of Figure 2, throttle openings "x" can also be arranged in seat sections "b" that surround the closing sections. Accordingly, the throttle openings can be arranged basically in movable closing sections "c" or in the fixed seat sections that surround them. When the closing sections provide a sufficient stroke in relation to fixed seat parts, they may also be located partially in the respective closing sections "c" and partially in seat sections "c" that surround them. The design of throttle openings "x" as groove-like slots can also be replaced with jet-like openings that are fitted in closing sections "c" as shown in Figure 3a or in seat sections "b" according to Figure 3b. By guiding closing sections "c" in a axial manner, it is possible to ensure that opposite throttle openings "x" remain on the same jacket area during opening and closing, i.e., the closing sections must be secured against rotation for the designs shown in Figures 2 and 3. If this is not the case, and as shown in Figure 3c, throttle openings " $x_1$ " must be connected together at the respective pressure side with ring channel " $o_1$ " and throttle openings " $x_2$ " by way of ring channel " $o_2$ " at the pressure-relief side, i.e., over the whole periphery of the

separating surfaces. In this scenario, opposite ring channels "o<sub>1</sub>, o<sub>2</sub>" act as small vortex chambers between independent throttle openings "x<sub>1</sub>" and "x<sub>2</sub>" in closing sections "c" and respective seat units "b".

Figure 4 shows an arrangement of throttle openings "x<sub>1</sub>" and "x<sub>2</sub>" that is basically similar to Figure 3c, and, in which case, the interacting outlet and inlet openings of the throttle openings are located on a radial plane and the desired throttle throughflow cross section is adjusted by rotating the closing section. This arrangement can be used in connection with rotating shaft "d" of the unit according to Figure 1 in a certain throttle stage of the unit.

It is possible to combine the special features of the above-described design forms. For example: An arrangement of telescoping hollow shafts or spindles can be used to control the pressure or throughflow quantity in certain throttle stages of the unit in combination with a valve-like closing of individual stages or groups of stages.

For all design forms of the unit described above, special steel liners can be applied to make throttle openings and surfaces subject to a direct impact from the individual flows of the medium to be pressure-relieved sufficiently wear-resistant.

#### PATENT CLAIMS:

1. A device for the pressure-relief of high pressures and control of media flowing at a high pressure without recovering mechanical energy, in which the flow of the medium to be pressure-relieved is divided into several partial flows in several stages and is combined again in a relief chamber, characterized by the fact that the whole throughflow cross section for the partial flows can be adjusted simultaneously in at least two pressure-relief stages arranged in series or independently in the individual stages, in which case a pressure-relieved medium can be removed or any medium can be added at each stage.
2. A device in accordance with claim 1, characterized by at least two throttle stages arranged in series and consisting of one each of seat section (b) fitted with the throttle openings (x), one each of closing section (c) that can always be moved and closes and opens the free cross sections of the opening and one each of a relief chamber (n) arranged downstream.
3. A device in accordance with claims 1 and 2, characterized by the fact that the closing sections (c) are designed as piston slide valves, parallel slide gate valves or rotary slide valves in a generally known manner.
4. A device in accordance with claims 1 through 3, characterized by the fact that the closing sections (c) of all throttle stages can be adjusted individually, jointly in groups of stages or jointly in all groups of stages.
5. A device in accordance with claims 1 through 4, characterized by the fact that the throttle openings (x) of the first stage or of a first stage group provide an absolutely tight seal, while only the whole free cross section of the throttle openings (x) can be decreased or increased in the other stages.
6. A device in accordance with claims 1 through 5, characterized by the fact that the whole free cross section of the throttle openings (x) increases in a generally known manner from stage to stage in the flow direction of the medium to be throttled.
7. A device in accordance with claims 1 through 6, characterized by the fact that the volume of each relief chamber (n) for a stage of a controlled or uncontrolled cross section increases from stage to stage in a generally known manner and in the direction of flow of the medium to be throttled.

8. A device in accordance with claims 1 through 7, characterized by the fact that the throttle openings (x) are, in a generally known manner, fitted with openings that are initially narrow and increase again.

9. A device in accordance with claims 1 through 7, characterized by openings of a jet-like form - as seen in a longitudinal section - representing the throttle openings (x).

---

Documents that were taken into consideration:

German Patents No. 925 477, 877 079, 736 861, 470 353, 166 914;

German Registered Industrial Design No. 1 711 533;

Swiss Patent No. 261 459;

French Patents No. 785 013, 694 242;

British Patents No. 710 069, 431 420, 423 921;

US Patents No. 2 393 280, 1 915 867;

Older patents that were taken into consideration:

German Patents No. 1 075 911, 1 063 432.

---

One page of drawings forms a part of this patent

---

DRAWING SHEET 1      ISSUE DATE: OCTOBER 18, 1962

DAS 1 138 290  
CLASS. 47g 21/03  
INTERNAT. CLASS. F 06k

Fig. 1a

Fig. 1b

DRAWING SHEET 1

ISSUE DATE: OCTOBER 18, 1962

DAS 1 138 290  
CLASS. 47g 21/03  
INTERNAT. CLASS. F 06k

Fig. 2

DRAWING SHEET 1 ISSUE DATE: OCTOBER 18, 1962 DAS 1 138 290  
CLASS. 47g 21/03  
INTERNAT. CLASS. F 06k

Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

Fig. 4



## AUSLEGESCHRIFT 1 138 290

B 43271 XII/47g

ANMELDETAG: 26. JANUAR 1957

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 18. OKTOBER 1962

## 1

In Anlagen zur Energieerzeugung und Anlagen der chemischen Technik liegt der Fortschritt häufig in der Anwendung und Beherrschung zunehmend hoher Druckstufen. Die Aufgabe, die Menge eines unter hohem Druck strömenden Mediums zu regeln bzw. ein unter hohem Druck stehendes Medium zu drosseln und regelbar auf niedere Druckstufen zu entspannen, erfordert daher ständig verbesserte Vorkehrungen und Mittel, um die Druckenergie schwingungs- und geräuscharm sowie möglichst wirbelfrei herabzusetzen.

Die hierfür bekannten Drosselventile, Kolbenschieber und mit mehreren parallel angeordneten Düsen versehenen Düsenregelschieber sind für sehr hohe Druckgefälle wenig geeignet, da ihre einstufige meist überkritische Druckreduzierung im allgemeinen starke Wirbel und Freistrahlschwingungen auslöst, die die Dauerfestigkeit des Materials beeinflussen und schließlich auch Geräusche verursachen, die häufig oberhalb der menschlichen Schmerzschwelle liegen. Bei einstufigen Düsenregelschiebern unterdrückt der fast geradlinige, in viele Einzelwege unterteilte Strömungsdurchgang zwar die Wirbelbildung weitgehend, jedoch nicht in allen Fällen ausreichend. Bei sehr hohen Druckgefällen werden daher in seinem Austrittsstutzen z. B. mehrstufige nicht regelbare Drosselleinbauten mit Strahlaufteilung verwendet.

Ferner sind in ähnlichem Zusammenhang zur Verwendung hinter Absperrenventilen auch schon Druckmindervorrichtungen vorgeschlagen worden, die aus einer Vielzahl hintereinandergeschalteter, in Entspannungsrichtung des Drucks zunehmend größer werdenden Kammern bestehen. Die Eintrittsleitung in die erste Kammer und die Verbindungsleitungen nachfolgender Kammern, die das zu entspannende Medium schrittweise auf zunehmend niedere Druckstufen bringen, münden dabei jeweils tangential in die nachfolgende Kammer ein. Eine Regelung der nicht geteilten Übergangsquerschnitte zwischen den einzelnen Entspannungskammern ist dabei nicht vorgesehen.

Es ist auch bekannt, durch die Anordnung zusätzlicher Drosselleinbauten vor oder hinter einem in nur einer Stufe geregelten Drosselquerschnitt starken Wirbeln und Schwingungen zu begegnen. Derartige Drosselleinbauten, z. B. Lochzylinder, Strömungsgleichrichter, Leitkreuze, hintereinandergeschaltete Lochdrosselscheiben, labyrinthartige Verzweigungssysteme eines regelmäßigen geometrischen Aufbaus mit bestimmten Verhältnissen des wirksamen geregelten Querschnitts zu dem kürzesten Abstand des nachgeordneten Verzweigungssystems sowie regellose Kugelaufschüttungen, die gegebenenfalls in einem

Vorrichtung mit mehreren Stufen zur Entspannung hoher Drücke und zur Regelung von unter hohem Druck strömenden Medien

## Anmelder:

Badische Anilin- & Soda-Fabrik  
Aktiengesellschaft,  
Ludwigshafen/Rhein

Georg Stech und Dr.-Ing. Karl Fees,  
Ludwigshafen/Rhein,  
sind als Erfinder genannt worden

## 2

25 Siebkorb angeordnet sind, können nur für einen bestimmten, meist für einen maximalen Mengendurchsatz ausgelegt werden. Sie verlieren aber bei einem geringeren Durchsatz stark an Wirkung, insbesondere können sie dann die Strömungsgeschwindigkeit im gedrosselten Düsenquerschnitt nicht herabsetzen. Bei gegenüber dem maximalen Durchsatz verringerten Mengen wird daher der wesentliche Umfang der geforderten Entspannung wieder auf den einzigen regelbaren Drosselquerschnitt der Anordnung zurückverlagert. Damit treten erneut die nachteiligen Schwingungen und Geräusche sowie ein erhöhter Verschleiß in der Drosselarmatur auf, wenn auch mit etwas geringerer Energie entsprechend der Teillast. Der Nachteil dieser bekannten und älteren Vorschlägen entsprechenden Drosselarmaturen liegt also darin, daß alle zusätzlichen Drosselleinbauten einen während des Betriebes nicht veränderlichen starren Drosselquerschnitt aufweisen.

45 Im allgemeinen werden mehrstufige starre Drosselleinbauten bei der Entspannung von Dämpfen, Gasen oder von siedenden Flüssigkeiten, entsprechend der Volumenvergrößerung, mit von Stufe zu Stufe zunehmendem freiem Drosselquerschnitt und größer werdendem Entspannungsraum ausgeführt. So sind insbesondere für die Ableitung von Kondensat aus Dampfanlagen stufenförmig ausgebildete Entspannungsventile mit mehrfacher durch Wärmeführer geregelter

Drosselung und zwischengeschalteten Wirbel- und Entspannungsräumen bekannt. Das zu entspannende Medium passiert derartige temperaturabhängige regelbare Stufendüsenventile jedoch in einem geschlossenen Strom. Andere bekannte nach dem Düsenprinzip arbeitende Entspannungsvorrichtungen zerlegen den Strom des zu entspannenden Mediums in mit versetzten Öffnungen aufeinander geschichteten Platten zwar in mehrere Teilströme, sind jedoch weder in ihren Düsenquerschnitten noch in den dazwischenliegenden Wirbelräumen verstell- oder regelbar. Als Kondensatableiter sind sie im übrigen nur für die Aufgabe gebaut, Kondensat durchzulassen und den nachströmenden Dampf möglichst vollständig abzusperren.

Von der bekannten Arbeitsweise der mehrfachen Zerlegung des zu entspannenden Mediums in mehrere Teilströme und Wiederzusammenführung in Entspannungsräumen ausgehend, vermeiden Vorrichtungen nach der Erfindung die oben aufgezeigten Nachteile dadurch, daß in mindestens zwei hintereinandergeschalteten Entspannungsstufen der gesamte Durchlaßquerschnitt für die Teilströme gleichzeitig oder in den einzelnen Stufen unabhängig voneinander veränderbar ist, wobei in jeder Stufe entspanntes Medium abgenommen oder ein beliebiges Medium zugegeben werden kann.

Solche Vorrichtungen haben in jeder Stufe ein die Drosselöffnungen enthaltendes feststehendes Sitzteil, ein zugehöriges, dessen freie Öffnungsquerschnitte freigebendes oder verschließendes stetig bewegbares Verschlußstück und einen diesen Bauteilen nachgeordneten Entspannungsräum.

Die geringere Strömungsgesamtenergie der einzelnen Strahlen kleinen Querschnitts verhindert in Verbindung mit einer strömungstechnisch günstigen Ausbildung der Drosselöffnungen die Gefahr des Auftretens von Geräuschen und Schwingungen wesentlich. Die gleichzeitige Hintereinanderschaltung mehrerer Drosselstufen setzt ein zu entspannendes Druckgefälle stufenweise herab, im allgemeinen bis ins unterkritische Gebiet, so daß sich durch diese Maßnahme eine erhebliche Verringerung der Wirbelenergie hinter jeder Drosselstufe ergibt. Durch die während des Betriebes mögliche stufenlose Veränderung parallel und hintereinandergeschalteter Drosseldurchflußquerschnitte bleiben diese Vorteile bei der Drosselung von hohen Drücken auch für unterschiedliche Durchsatzmengen und bei der Teilbelastung der Drosselvorrichtung erhalten.

Die stufenweise hintereinandergeschalteten Drosseldurchflußquerschnitte können je nach dem Verwendungszweck der Vorrichtung und je nach dem geforderten Regelumlauf entweder einzeln oder in Gruppen gemeinsam oder in allen Stufen gleichzeitig verändert werden, indem die Betätigungsglieder entsprechend geschaltet oder angetrieben werden. Eine Drosselvorrichtung nach der Erfindung läßt sich nach der Schieber- oder nach der Ventilbauweise ausführen. Bei einer Schieberausführung kann das die Drosselöffnungen freigebende und abschließende Verschlußstück konstruktiv in bekannter Weise als Plattschieber, als Drehschieber oder auch als Kolbenschieber gestaltet sein. Ferner können die Drosseldurchflußquerschnitte in sämtlichen Stufen oder nur in der ersten Stufe bzw. nur in einer ersten Stufengruppe dicht abschließbar ausgeführt werden, während die übrigen Stufen der Vorrichtung auch nicht absolut

dicht abschließende veränderliche Drosseldurchflußquerschnitte erhalten können.

Die die Drosseldurchflußquerschnitte der einzelnen Stufen freigebenden und schließenden Verschlußstücke werden, wie bereits erwähnt, entweder stufenweise einzeln oder in Stufengruppen zusammengefaßt gemeinsam oder in sämtlichen Stufen gemeinsam betätigt. Gemeinsam betätigtes Verschlußstücke können die Drosseldurchflußquerschnitte in mehreren Stufen mit jeweils dem gleichen proportionalen Betrag des gesamten freien Öffnungsquerschnittes freigeben oder schließen oder auch in jeder in der Strömungsrichtung des Mediums nachfolgenden Drosselstufe um einen anderen größeren oder kleineren Betrag. Die einzelnen Drosseldurchflußquerschnitte bzw. Strömungswege jeder Stufe, durch die die Teilströme des zu entspannenden Mediums hindurchtreten, kann man in an sich üblicher Weise entweder etwa doppelt konusförmig mit zunächst enger und dann wieder weiter werdenden Bohrungen ausführen oder mit im Längsschnitt düsenvorlänger Begrenzung der Bohrungen nach an sich bekannten Düsenvorbildern. Ganz allgemein lassen sich Vorrichtungen zur Ausführung des Verfahrens so gestalten, daß z. B. in jeder Stufe ein fester Sitzteil die einzelnen Drosselöffnungen enthält und daß ein darüber geführtes Verschlußstück diese Öffnungen ganz oder teilweise freigibt.

Weitere Merkmale seien an Hand der Abbildungen näher erläutert:

Abb. 1a zeigt eine Vorrichtung im Längsschnitt, Abb. 1b die gleiche Vorrichtung im Querschnitt mit einem Antriebsmittel für ein Verschlußstück.

In einem konisch erweiterten Gehäuse *a* sind für eine stufenweise Entspannung bzw. Drosselung des nach Abb. 1a in Pfeilrichtung unter hohem Druck eintretenden Mediums Sitzteile *b* angeordnet und mit dem Gehäuse druckdicht verbunden. Zur Teilung des Stromes des zu entspannenden Mediums weist jedes Sitzteil *b*, auf zwei gegenüberliegende Quadranten verteilt, eine Anzahl Öffnungen *x* auf, die in der Abb. 1a mit gleichbleibendem Durchtrittsquerschnitt wiedergegeben, vorzugsweise jedoch düsenvorlänger ausgeführt sind. Über jedem Sitzteil *b* ist je ein kreisförmiger Steuerschieber als Verschlußstück *c* angeordnet, der in zwei gegenüberliegende Quadranten mit sektorförmigen Durchbrechungen entsprechend dem flächenmäßigen Umfang der Drosselöffnungen eines Quadranten jedes Sitzteils *b* versehen ist. Die Steuerschieber sind in diesem Fall über sämtliche Stufen hinweg mit einer in zentralen Bohrungen der Sitzteile *b* gelagerten Welle *d* fest verbunden. Bei einer Drehbewegung der Welle *d* werden die nicht durchbrochenen Quadranten der Steuerschieber über die die Drosselöffnungen *x* aufweisenden Quadranten der Sitzteile *b* geführt und verkleinern oder vergrößern dabei deren gesamten freien Durchtrittsquerschnitt. Steuerschieber der verwendeten Art sind im wesentlichen bekannt. Zur Ausführung der Drehbewegung der Welle ist, zweckmäßig in einer Stufe geringeren Druckes, eine Spindel bzw. ein am Ende mit einem Auge versehener Stöbel *k* von außen her durch eine Stopfbüchse in den Entspannungsräum *n* dieser Stufe eingeführt. Der Stöbel *k* ist seinerseits über einen in einem Führungsschlitz *l* des Steuerschiebers dieser Stufe gelagerten Gleitstein mit Führungszapfen *e* an den mit der Welle *d* fest verbundenen Steuerschieber angelenkt. Mittels mehrerer Spindeln bzw. Stöbel *k* und einer entsprechend geteilten Welle *d* können die

Drosseldurchflußquerschnitte der Drosselstufen auch gruppenweise getrennt verändert werden. Durch den in Pfeilrichtung wirkenden Druck des zu drosselnden Mediums wird der Steuerschieber der ersten Stufe gegen den zugehörigen Sitzteil  $b$  gepreßt und sorgt für einen dichten Abschluß der abgedeckten Drosselöffnungen  $x$ .

Die Verteilung der Drosselöffnungen  $x$  auf je zwei gegenüberliegende Quadranten wird so vorgenommen, daß sie in an sich üblicher Weise in benachbarten Drosselstufen jeweils im anderen Quadrantenpaar liegen. Der durch die Öffnungen des einen Quadranten eines Sitzteils  $b$  hindurchtretende geteilte Strom des Mediums trifft dabei zunächst auf die nicht durchbrochene Quadrantenfläche des Steuerschiebers der benachbarten Stufe, wird dort abgelenkt und findet erst nach einer Richtungsunkehr im zugehörigen Entspannungsraum  $n$  den Weg durch die freien Drosselöffnungen dieser Stufe. Dieser Vorgang wiederholt sich von Stufe zu Stufe, wobei in den aufeinanderfolgenden Stufen in an sich bekannter Weise sowohl die freien Öffnungsquerschnitte der Drosselöffnungen als auch das Volumen der Entspannungs- oder Wirbelräume  $n$  zwischen den einzelnen Stufen zunehmen.

Sofern es notwendig ist, die Drosselung des Stromes eines Mediums in der beschriebenen Vorrichtung mit einer Beeinflussung der Temperatur oder der Zusammensetzung des bereits entspannten oder des zu entspannenden Mediums zu verbinden, kann in einer der Drosselstufen ein zweites wärmeres oder kälteres Medium eingeführt werden. Die Zumindeung erfolgt z. B. über eine im Gehäuse  $a$  vorgesehene Düse  $f$  mit zentraler Bohrung oder über eine Ringdüse. Hat das Gemisch der beiden Medien keine oder nur eine geringe verschleißende Wirkung, so ist es zur besseren Durchmischung zweckmäßig, das zusätzliche Medium schon in eine Zwischenstufe einzubringen. Zur weiteren Mischung beider Medien kann ferner nach der letzten Stufe ein Mischkorb  $g$  angeordnet sein, der aus einem Rohr von etwa der lichten Weite der Vorrichtung an ihrem Ausgang besteht, in das ein festes Lochsieb  $h_1$  und ein lösbares Lochsieb  $h_2$  eingebaut ist. Zwischen diesen beiden Sieben sind zur Erhöhung der Turbulenz und zur besseren Vermischung zweier Medien Widerstandskörper  $i$  schüttelfest eingelegt, die richtungsändernd und zugleich nochmals druckvermindernd wirken, wie es im wesentlichen auch bekannt ist. Zweckmäßig wird der Mischkorb  $g$  mit einem Flansch versehen, der sich zwischen dem Anschlußflansch der Vorrichtung und einem gegenüberliegenden Flansch druckdicht festlegen läßt. Ferner kann jeder Drosselstufe durch den Stutzen  $m$  bereits gedrosseltes Medium abgenommen werden. Das Zuführen von zusätzlichem Medium ist an sich bekannt und schon vorgeschlagen worden.

Die Abb. 2 zeigt eine Vorrichtung in der Ventilbauweise. In einem konisch verlaufenden Ventilgehäuse  $a$  sind ein mehrgliedriges mit Drosselöffnungen  $x$  versehenes Sitzteil  $b_1$  und die mit diesem lösbar oder unlösbar fest verbundenen Sitzteile  $b_2$ ,  $b_3$  und  $b_4$  der nachfolgenden Drosselstufen angeordnet. Die in den Sitzteilen  $b$  gleitenden kolbenartigen Verschlußstücke  $c$  sind an einer gemeinsamen Spindel  $d$  befestigt. Das Verschlußstück  $c_1$  verhindert durch seinen dichten Abschluß im Sitzteil  $b_1$  den Durchtritt des Mediums durch die Drosselöffnungen  $x$ . Beim Anheben der Spindel  $d$  gleiten alle Verschlußstücke  $c$  gemeinsam und mit gleichem Hub aus dem sie umschließenden

Sitzteil  $b$  und geben je nach ihrer Stellung den Durchtritt des Mediums durch die Drosselöffnungen  $x$  frei. Die Drosselöffnungen sind in diesem Fall als nutzenähnliche Schlitze ausgeführt. Derartige nutzenähnliche Schlitze nehmen ebenso wie die Entspannungs- und Wirbelräume  $n$  jeder Stufe in ihren räumlichen Abmessungen nach der Niederdruckseite hin zu. Die Dichtungsfläche im Sitzteil  $b_1$  wird zweckmäßig so angeordnet, daß sie im Strömungsschatten des durchtretenden Mediums liegt. In entsprechender Weise wird auch die Dichtungsfläche des Verschlußstückes  $c_1$  in den Strömungsschatten verlegt oder wird durch eine vorgezogene Kante gegen ein direktes Auftreffen des Mediums geschützt, wie es zum Schutz des Sitzes bekannt ist. Die Abb. 2 zeigt die als nutzenähnliche Schlitze ausgeführten Drosselöffnungen  $x$  in den Verschlußstücken  $c$  angeordnet. Die Drosselöffnungen  $x$  können auch, wie es die rechte Seite der Abb. 2 zeigt, in den die Verschlußstücke umgebenden Sitzteilen  $b$  angeordnet sein. Man kann also die Drosselöffnungen grundsätzlich entweder in den bewegten Verschlußstücken  $c$  oder in den sie umgebenden festen Sitzteilen anordnen. Bei genügendem Hub der Verschlußstücke gegenüber den festen Sitzteilen können sie sich aber auch teilweise in jeweiligen Verschlußstücken  $c$  und teilweise in den sie umgebenden Sitzteilen  $b$  befinden. Statt der Ausführung der Drosselöffnungen  $x$  als nutzenähnliche Schlitze sind auch düsenförmige Bohrungen möglich, die nach Abb. 3 a in die Verschlußstücke  $c$  oder nach Abb. 3 b in die Sitzteile  $b$  eingebracht werden. Durch eine axiale Führung der Verschlußstücke  $c$  läßt sich erreichen, daß gegenüberliegende Drosselöffnungen  $x$  beim Öffnen und Schließen auf der gleichen Mantelfläche bleiben, d. h., die Verschlußstücke müssen bei den in den Abb. 2 und 3 dargestellten Ausführungsformen gegen Drehen gesichert werden. Andernfalls sind, wie es die Abb. 3 c zeigt, die Drosselöffnungen  $x_1$  auf der jeweiligen Druckseite durch einen Ringkanal  $o_1$  und die Drosselöffnungen  $x_2$  auf der Entspannungsseite durch einen Ringkanal  $o_2$  über den ganzen Umfang der Trennflächen hinweg miteinander zu verbinden. In diesem Fall wirken die gegenüberliegenden Ringkanäle  $o_1$ ,  $o_2$  wie kleine Wirbelräume zwischen unabhängigen Drosselöffnungen  $x_1$  und  $x_2$  in den Verschlußstücken  $c$  und den zugehörigen Sitzteilen  $b$ .

Die Abb. 4 zeigt eine der Abb. 3 c wesensähnliche Anordnung der Drosselöffnungen  $x_1$  und  $x_2$ , bei der die zusammenwirkenden Austritts- und Eintrittsöffnungen der Drosselöffnungen in einer radialen Ebene liegen und der gewünschte Drosseldurchflußquerschnitt durch Drehen des Verschlußstückes eingestellt wird. Diese Anordnung kann in Verbindung mit einer drehbaren Welle  $d$  der Vorrichtung nach Abb. 1 in einer bestimmten Drosselstufe der Vorrichtung angewandt werden.

Es ist möglich, die besonderen Merkmale der oben beschriebenen Ausführungsformen miteinander zu kombinieren. Es läßt sich z. B. durch Anordnung von teleskopartig ineinandergrifffenden Hohlwellen bzw. Spindeln eine Regelung des Druckes oder der Durchflußmenge in bestimmten Drosselstufen der Vorrichtung in Verbindung mit einem ventilarigen Abschluß einzelner Stufen oder Stufengruppen durchführen.

Bei allen beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung können die Drosselöffnungen und die von den einzelnen Strahlen des zu entspannenden

Mediums direkt beaufschlagten Flächen durch Aufbringung von Sonderstählen hinreichend verschleißfest ausgeführt werden.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zur Entspannung hoher Drücke und zur Regelung von unter hohem Druck strömenden Medien ohne Rückgewinnung mechanischer Energie, bei der der Strom des zu entspannenden Mediums in mehreren Stufen jeweils 10 in mehrere Teilströme zerlegt und in einem Entspannungsraum wieder vereinigt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens zwei hintereinander geschalteten Entspannungsstufen der gesamte Durchflußquerschnitt für die Teilströme 15 gleichzeitig oder in den einzelnen Stufen unabhängig voneinander veränderbar ist, wobei in jeder Stufe entspanntes Medium abgenommen oder ein beliebiges Medium zugegeben werden kann. 20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens zwei hintereinander geschaltete Drosselstufen mit je einem die Drosselöffnungen (x) enthaltenden Sitzteil (b), je einem zugehörigen, dessen freie Öffnungsquerschnitte 25 verschließenden bzw. freigebenden stetig bewegbaren Verschlußstück (c) und je einem nachgeordneten Entspannungsraum (n).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschlußstücke (c) in 30 an sich bekannter Weise als Kolbenschieber, Plattschieber oder Drehschieber ausgeführt sind.

4. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschlußstücke 35 (c) sämtlicher Drosselstufen einzeln oder in Stufengruppen gemeinsam oder in sämtlichen Stufengruppen gemeinsam verstellbar sind.

5. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselöffnungen 40

(x) der ersten Stufe oder einer ersten Stufengruppe absolut dicht abschließbar sind, während in den anderen Stufen lediglich der gesamte freie Öffnungsquerschnitt der Drosselöffnungen (x) verkleiner- oder vergrößerbar ist.

6. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte freie Öffnungsquerschnitt der Drosselöffnungen (x) in Richtung des Stromes des zu drosselnden Mediums in an sich bekannter Weise von Stufe zu Stufe zunimmt.

7. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen jedes einer im Querschnitt geregelten oder ungeregelten Stufe zugehörigen Entspannungsraumes (n) in Richtung des Stromes des zu drosselnden Mediums in an sich bekannter Weise von Stufe zu Stufe zunimmt.

8. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselöffnungen (x) in an sich bekannter Weise mit zunächst enger und dann wieder weiter werdenden Bohrungen ausgeführt sind.

9. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 7, gekennzeichnet durch im Längsschnitt düsenförmige Begrenzungen der die Drosselöffnungen (x) darstellenden Bohrungen.

## In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 925 477, 877 079, 736 861, 470 353, 166 914; deutsches Gebrauchsmuster Nr. 1 711 533; schweizerische Patentschrift Nr. 261 459; französische Patentschriften Nr. 785 013, 694 242; britische Patentschriften Nr. 710 069, 431 420, 423 921; USA-Patentschriften Nr. 2 393 280, 1 915 867.

## In Betracht gezogene ältere Patente:

Deutsche Patente Nr. 1 075 911, 1 063 432.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb. 1a

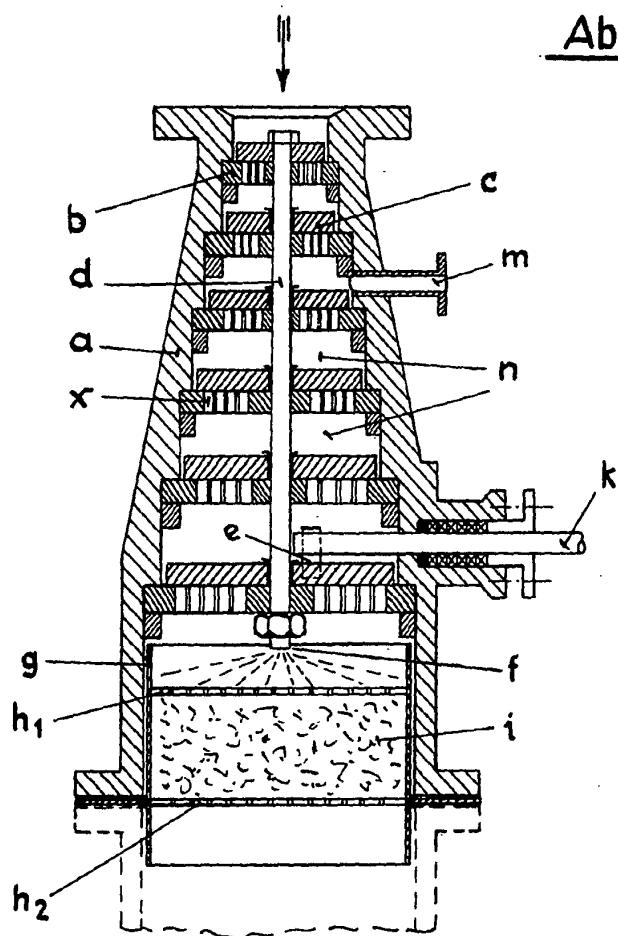


Abb. 1b

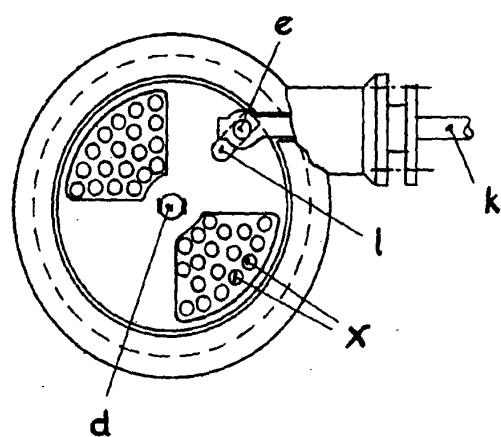


Abb. 2

